

[19] 中华人民共和国专利局

[51] Int. Cl.<sup>6</sup>

B60K 31/04



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 96122820.2

[43] 公开日 1997 年 12 月 3 日

[11] 公开号 CN 1166420A

[22] 申请日 96.9.28

[30] 优先权

[32] 96.3.8 [33] JP3151829/96

[71] 申请人 日产柴油机工业株式会社

地址 日本埼玉县

[72] 发明人 小林佑范 川边武俊

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标  
事务所

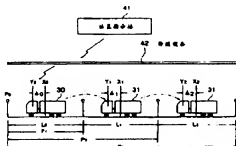
代理人 杜日新

权利要求书 2 页 说明书 10 页 附图页数 23 页

[54] 发明名称 车辆纵向距离控制器

[57] 摘要

最前面的车辆和许多随后的车辆共同被驾驶在一个车道作为一个车组。每辆车设置了一个虚格，允许车辆的前面和后有一个预定的距离，并且从外部显示最前面车辆的虚格前端位置。通过把虚格长度加到虚格前端位置获得的数值被传送给下一辆车，作为下一辆车的虚格前端位置。探测每辆车在虚格中的相对位置，同时通过控制这一相对位置到先设的目标位置，以减小车间距和防止车辆间疏密波的产生。



(BJ)第 1456 号

## 权 利 要 求 书

1. 一个控制器, 用于控制在一个车道上车组的行驶, 每一个所述车辆有一个行驶速度改变机构, 用于改变所述车辆的行驶速度, 所述的控制器包括:

一种装置, 用于给每辆车设置虚格, 准许在所述车辆的前面和后面保持一个目标距离,

第一发射装置, 用来传送指示组中最前面车辆的虚格前端位置的信号至所述最前面的车辆,

一种装置, 用于计算从所述最前面的车辆数起的第  $(i+1)$  辆车的虚格前端位置, 由第  $i$  辆车的虚格前端位置和虚格来计算, 这里  $i$  的取值范围从 1 到所述组中全部的车辆数,

第二发射装置, 用于传送指示所述第  $(i+1)$  辆车的虚格前端位置的信号至所述第  $(i+1)$  辆车,

一种装置, 用于在所述虚格中设置每辆车的目标位置,

一种装置, 用于探测所述虚格中每辆车的实际位置, 及

一种装置, 用于控制所述的行驶速度改变机构, 以使每辆车的所述实际位置与所述的目标位置相符合。

2. 如权利要求 1 定义的车辆纵向距离控制器, 其中给每辆车提供了所述的虚格设置装置, 所述的目标位置设置装置, 所述的实际位置检测装置和所述的控制装置, 给组中除了最后一辆车的每辆车提供了所述的计算装置和所述的第二发射装置, 并且提供了独立于该车组的所述的第一发射装置。

3. 如权利要求 1 定义的车辆纵向距离控制器, 其中所述的控制器进一步包括发射磁脉冲的磁钉 - 它以等间距安置在车组行驶的路上, 和所述的位置探测装置, 包括一个用于检测所述磁脉冲的磁传感器和一个用于累计所述脉冲的脉冲计数器。

4. 如权利要求 1 定义的车辆纵向距离控制器, 其中所述的位置探测装置包括一个 GPS 接收器。

5. 如权利要求 1 定义的车辆纵向距离控制器, 其中所述的第一发射

装置包括一个基站 - 用于随时精确测定所述最前面车辆的虚格前端位置, 和一个发射装置 - 用于给所述的最前面的车辆发送所述的虚格前端位置。

6. 如权利要求 1 定义的车辆纵向距离控制器, 其中所述的控制器进一步包括用于探测每辆车车速的装置, 并且所述的虚格设置装置设置所述的虚格, 所述的车速越高, 设置的值越大。

7. 如权利要求 1 定义的车辆纵向距离控制器, 其中所述的控制器进一步包括用于探测每辆车重量的装置, 并且所述的虚格设置装置设置所述的虚格, 所述的重量越大, 设置的值越大。

8. 如权利要求 1 定义的车辆纵向距离控制器, 其中所述的控制器进一步包括用于探测所述车辆的轮胎和所述车辆行驶路面之间摩擦系数的装置, 并且所述的虚格设置装置设置所述的虚格, 所述的摩擦系数越小, 设置的值越大。

9. 如权利要求 1 定义的车辆纵向距离控制器, 其中所述的控制器进一步包括用于探测降雨的装置, 并且所述的虚格设置装置设置所述的虚格, 当检测到下雨时, 设置的值加大。

10. 如权利要求 1 定义的车辆纵向距离控制器, 其中所述的控制器进一步包括用于探测驱动车辆的发动机的节流阀打开的装置, 用于探测每一车辆行驶速度的装置, 和根据每辆车的节流阀打开和行驶速度判定车辆是否行驶在下坡的装置, 及所述的虚格设置装置设置所述的虚格, 当所述的车辆行驶在下坡时, 设置的值加大。

11. 如权利要求 1 定义的车辆纵向距离控制器, 其中所述的控制器进一步包括用于探测所述车辆行驶路面的斜度的装置并且所述虚格设置装置基于路面的斜度设置所述的虚格。

12. 如权利要求 1 定义的车辆纵向距离控制器, 进一步包括用于任意改变所述的每辆车的虚格的装置。

13. 如权利要求 1 定义的车辆纵向距离控制器, 其中所述的控制器进一步包括用于计算每辆车所述的实际位置和所述的目标位置之间的差值的标准偏差的装置, 并且所述的虚格设置装置设置所述的虚格, 所述的标准偏差越大, 设置的值越大。

### 车辆纵向距离控制器

本发明涉及一种纵向距离控制器，用于使许多自动驾驶车辆相互之间靠近行驶。

日本的机械系统促进会于1993年3月发表的“关于超级智能车辆系统和相关技术之发展的报告”中提出了四种如图23A - 23D所示的系统，用于自动驾驶许多车辆在一个车道上结合起来组成一个车队，跟在最前面的车辆（参照在下文的车队领头车）后面相互之间保持一个预先设定的短的距离。

在所有这些系统中，通过控制加速器和制动器以驾驶车队领头车1和后面的车辆2使它们之间保持一个预先设定的距离。

在图23A所示的系统中，车辆2中的每一辆车测量与前面车辆之间的车间距，基于这一测得的车间距控制加速器和制动器以保持预定的车间距。

在图23B所示的系统中，同样提供了在前面的车辆和后面的车辆之间的车辆间通信系统。根据上述测得的车间距值和通过车辆间通信系统获得的前方车辆的车辆通信数据（例如车辆速度），车辆2中的每一辆车控制加速器和制动器以保持预定的车间距。

在如图23C所示的系统中，在所有的车辆之间提供了车辆的通信系统，除了前方的车辆，还有车队领头车提供通信数据，根据这一信息和测得的与前方车辆之间的距离控制加速器和制动器以保持预定的车间距。

在如图23D所示的系统中，提供了一个控制所有车辆的控制中心3，每一辆车通过车间通信与前面的车辆交换行驶信息，根据来自中央的控制中心3的指示和命令控制加速器和制动器。

在如图23A和23B所示的系统中，车队领头车1的速度变化渐次地传送给后面的车辆2。这意味着车队领头车1的速度变化只直接传送给紧随其后的车辆2，结果，在这一车道上有很多车辆时，在车辆之间趋向形成疏密波。当车辆的性能和特征有很大差别时，这种疏密波尤其严

重。因而为了考虑到这种疏密波，需把车间距的预定值设置得大些。

在图 23C 和 23D 所示的系统中，利用有关车队领头车 1 的车间通信数据控制车辆来把车间的疏密波扼制到某种程度，然而在车队的所有车辆之间，这需要一个复杂的通信系统。进一步地说，在图 23D 的系统中，当做车辆之间的调整时，要控制整个车队。这样需要知道每辆车的特征和性能，这使得设计包括控制中心 3 的控制系统变得极为困难。

为此本发明的一个目的是在不使用复杂通信系统的情况下缩小车间距。

本发明的进一步目的是防止在车间距中疏密波 ( dilatational wave ) 的产生。

为了达到以上目的，本发明提供了一个控制器，用于控制车队在同一车道驾驶，这些车辆中的每一辆装有一个行驶速度改变机构用于改变本车的行驶速度。控制器包括一个用于为每辆车设定虚格 ( virtual cell ) 的装置，给车辆前面和后面提供一个预先设定的距离，一个第一发射装置，用于把指示组中最前面车辆的虚格的前端位置的信号发送给最前面的车辆，一个用于从虚格前端位置和第  $i$  个车辆的虚格起计算从最前面车辆数起的第  $(i + 1)$  辆车的虚格的前端位置的装置，这里  $i$  的取值范围从 1 到所述组中车辆的全部数量，一个第二发射装置，用于发射指示第  $(i + 1)$  个车辆的虚格前端位置的信号到第  $(i + 1)$  个车辆，一个用于设定在虚格中每个车辆的目标位置的装置，一个用于探测在虚格中车辆的实际位置的装置，和一个用于控制行驶速度改变的装置，以使每个车辆实际的位置与目标位置保持一致。

最好是给每个车辆提供虚格设置装置，目标位置设置装置，实际位置探测装置和控制装置，给组中除了最后一辆车的每辆车提供计算装置和第二发射装置，并且提供一个独立于本组的第一发射装置。

同样最好是控制器进一步包括磁钉，它们等间隔地安置在车组行驶的路面上，能发出磁脉冲，及位置探测装置包括一个磁传感器，用于探测磁脉冲和一个累计该脉冲数的脉冲计数器。

同样最好是位置探测装置包括一个 GPS 接收器。

同样最好是第一发射装置包括一个基站，用于随时精确测定最前面

车辆的虚格前端位置和一个用于向最前面的车辆发送虚格前端位置的发射装置。

同样最好是控制器进一步包括用于探测每辆车车速的装置，并且车速越高，虚格设置装置设置的虚格值越大。

同样最好是控制器进一步包括用于探测每辆车重量的装置，并且车辆越重，虚格设置装置设置的虚格值越大。

同样最好是控制器进一步包括用于探测车辆轮胎和车辆行驶路面之间摩擦系数的装置，并且摩擦系数越小，虚格设置装置设置的虚格值越大。

同样最好是控制器进一步包括用于探测降雨的装置，并且当探测到降雨时，虚格设置装置设置的虚格值加大。

同样最好是控制器进一步包括一个用于探测驱动每一车辆的发动机节流阀开启的装置，一个用于检测车辆行驶速度的装置和一个基于车辆的节流阀开启和行驶速度判断车辆是否行驶在下坡的装置，并且当车辆行驶在下坡时，虚格设置装置设置一个较大的虚格值。

同样最好是控制器进一步包括用于探测车辆行驶的路面坡度的装置，并且虚格设置装置根据路面坡度设置虚格值。

同样最好是控制器进一步包括用于任意改变每辆车的虚格的装置。

同样最好是控制器进一步包括用于计算每个车辆的实际位置和目标位置差异的标准偏差的装置，并且标准偏差越大，虚格设置装置设置的虚格值越大。

本发明的细节及其它特征和优点放在后面说明书的剩余部分，同时显示在附图中。

图1是根据本发明的第一实施例的车辆纵向距离控制器的原理图。

图2是说明控制器功能的框图。

图3是描述控制器控制车队领头车行驶过程的流程图。

图4是说明控制器控制后面车辆行驶过程的流程图。

图5与图2类似，但显示的是本发明的第二实施例。

图6是根据第二实施例，描述控制车队领头车行驶过程的流程图。

图7是根据第二实施例，说明控制后面车辆行驶过程的流程图。

图 8 与图 2 类似，但显示的是本发明的第三实施例。

图 9 是根据第三实施例，说明控制车队领头车行驶过程的流程图。

图 10 是根据第三实施例，说明控制后面车辆行驶过程的流程图。

图 11 与图 2 类似，但显示的是本发明的第四实施例。

图 12 是根据第四实施例，说明控制车队领头车行驶过程的流程图。

图 13 是根据第四实施例，说明控制后面车辆行驶过程的流程图。

图 14 与图 2 类似，但显示的是本发明的第五实施例。

图 15 是根据第五实施例，说明控制车队领头车行驶过程的流程图。

图 16 是根据第五实施例，说明控制后面车辆行驶过程的流程图。

图 17 与图 2 类似，但显示的是第六实施例。

图 18 是根据第六实施例，说明控制车队领头车的行驶过程的流程图。

图 19 是根据第六实施例，说明控制后面车辆行驶过程的流程图。

图 20 与图 2 类似，但显示的是本发明的第七实施例。

图 21 是根据第七实施例，说明控制车队领头车行驶的过程的流程图。

图 22 是根据第七实施例，说明控制后面车辆行驶的过程的流程图。

图 23A - 23D 是说明不同的现有技术的控制系统。

参照附图中的图 1，车组 31 跟在车队领头车 30 的后面，相互之间保持预先设定的间隔，行驶在一个车道上。

在系统中装置 3 引导车组行驶的基站，它包括一个位置指示站 41 和一个发射装置 42，发射装置 42 可以包括例如一根漏波电缆或类似东西通过沿路的位置指示站发送命令信号。

每辆车预置了一个预定虚格 Li。根据车辆的长度、车辆的性能和需要的车间距，各个车辆分别地设置虚格 Li。在虚格 Li 中车辆的相对位置，即从虚格前端 Pi 到车辆参考位置的距离 Xi，已为每辆车设定。

每辆车包括一个用于改变发动机节流阀门的致动器 48 和一个用于刹车的致动器 49，这样车辆的加速和减速能够象图 2 所示的那样独立地加以控制，同时提供的有一个安置在车上的接收器 43、虚格设置器 51、安置在车上的发射器 52、参考位置存储器 53、目标位置设置器 44、磁

传感器 46、脉冲计数器 47 和 PID（均衡的、完整的和有差别的）控制器 50。目标位置设置器 44、脉冲计数器 47、PID 控制器 50 和虚格设置器 51 包括例如微处理器。

大量的磁钉以等间隔埋入车组行驶的路面。

在车队领头车 30 中，这些装置以如下方式运作。安置在车上的接收器 43 接收通过位置指示站 41 经由发射器 42 输出的命令信号来指示虚格的前端位置  $P_0$ 。这一命令根据预定的车组行驶速度随时变化。

虚格设置器 51 在内部的存储器中存储一个虚拟的车辆区间  $L_0$ 。安置在车上的发射器 52 向紧随其后的车辆即第一个跟在后面的车辆，发送  $P_1 = P_0 + L_0$ ，作为第一个跟随车辆 31 的虚格的前端位置。在虚格  $L_0$  中的车辆的参考位置  $X_0$  存储在参考位置存储器 53 中。目标位置设置器 44 由虚格的前端位置  $P_0$  和参考位置  $X_0$  计算目标位置  $P_0 + X_0$ 。磁传感器 46 检测来自于路面磁钉 45 的磁脉冲。脉冲计数器 47 累计这些检测到的脉冲。PID 控制器 50 计算差值  $\Delta_0$ ， $\Delta_0$  为由综合的数值计算得到的车辆的目前位置  $P_0 + Y_0$  与目标位置  $P_0 + X_0$  之间的差值，同时控制致动器 48、49 使  $\Delta_0$  为 0。

在第一台跟随车辆 31 中，配置在车上的接收器 43 接收来自车队领头车 30 的虚格前端位置  $P_1$ 。虚格设置器 51 存储车辆的虚格  $L_1$ 。安置在车上的发射器 52 向后面车辆 31 中的第二辆车发送  $P_2 = P_1 + L_1$ ，作为第二台跟在后面的车辆 31 的虚格前端位置。在虚格  $L_1$  中车辆的参考位置  $X_1$  存储在参考位置存储器 53 中。目标位置设置器 44 由虚格前端位置  $P_1$  和参考位置  $X_1$  计算目标位置  $P_1 + X_1$ 。PID 控制器 50 计算差值  $\Delta_1$ ， $\Delta_1$  为通过磁传感器 46 和脉冲计数器 47 得到的目前车辆位置  $P_1 + Y_1$  与目标位置  $P_1 + X_1$  的差值，同时控制致动器 48、49 以使  $\Delta_1$  为 0。

第二台跟随车辆 31 中，安置在车上的接收器 43 接收来自第一台跟随车辆 31 的虚格前端位置  $P_2$ 。虚格设置器 51 存储车辆的虚格  $L_2$ 。安置在车上的发射器 52 向第三台跟随车辆 31 发送  $P_3 = P_2 + L_2$ ，作为第三台跟随车辆 31 的虚格前端位置。在虚格  $L_2$  中车辆的参考位置  $X_2$  存储在参考位置存储器 53 中。目标位置设置器 44 由虚格前端位置  $P_2$  和参考位置  $X_2$  计算目标位置  $P_2 + X_2$ 。PID 控制器 50 计算差值  $\Delta_2$ ， $\Delta_2$  为通过磁



传感器 46 和脉冲计数器 47 得到的目前车辆位置的  $P_2 + Y_2$  与目标位置  $P_2 + X_2$  的差值, 同时控制致动器 48、49 以使  $\Delta_2$  为 0。

第三台和接着的跟随车辆用与第一台和第二台跟随车辆 31 同样的方法进行控制。安置在车上的接收器 43 接收来自紧接前面的车辆的虚格前端位置  $P_i$  ( $i$  为从车队领头车作为 0 算起的车辆序号)。虚格设置器 51 存储车辆的虚格  $L_i$ 。安置在车上的发射器 52 向紧随其后的车辆发送  $P_{i+1}=P_i+L_i$ , 作为紧随其后的车辆的虚格的前端位置。目标位置设置器 44 由存储参考位置存储器 53 中的虚格前端位置  $P_i$  和参考位置  $X_i$  计算目标位置  $P_i+X_i$ 。PID 控制器 50 计算差值  $\Delta_i$ ,  $\Delta_i$  为通过磁传感器 46 和脉冲计数器 47 得到的车辆目前位置  $P_i+Y_i$  与目标位置  $P_i+X_i$  的差值, 同时控制致动器 48、49 以使  $\Delta_i$  为 0。

为了探测车辆的实际目前位置, 可以用一个全球定位系统 (GPS) 的接收器以替代给路上的磁钉 45 提供的磁传感器 46 和脉冲计数器 47。GPS 接收器常用于汽车导航系统来获得当前位置信息。

车队领头车 30 的行驶控制过程将参照图 3 的流程图加以说明。

在步骤  $S_1$  中, 位置指示站 41 发送车队领头车的虚格前端位置  $P_0$ , 在步骤  $S_2$  中, 安置在领头车上的接收器 43 接收这一信号。

在步骤  $S_3$  中, 目标位置设置器 44 由虚格前端位置  $P_0$  和存储在参考位置存储器 53 中的参考位置  $X_0$  计算目标位置  $P_0 + X_0$ 。

在步骤  $S_4$  中, 磁传感器 46 探测来自磁钉 45 的磁脉冲, 同时脉冲计数器 47 累计磁脉冲数以获得车辆的实际目前位置  $P_0 + Y_0$ 。

在步骤  $S_5$  中, PID 控制器 50 计算目标位置  $P_0+X_0$  和目前位置  $P_0 + Y_0$  之间的差值  $\Delta_0$ 。

在步骤  $S_6$  中, PID 控制器 50 输出控制信号到致动器 48、49 以使  $\Delta_0 = 0$ 。

在步骤  $S_7$  中, 致动器 48、49 根据这一控制信号调节发动机的节流阀门和刹车。

同时如上述的控制步骤, 在跟在步骤  $S_2$  后面的步骤  $S_8 - S_{10}$  中, 安置在车上的发射器 52 给第一台后面的车辆 31 发送它的虚格前端位置  $P_1 = P_0 + L_0$ 。

接着,在后面车辆 31 中的一辆车的行驶控制过程将用图 4 的流程图来说明。首先,在步骤  $S_{11}$  中,第  $i$  辆车接收来自组中紧接前面的第  $i-1$  辆车发送的虚格前端位置  $P_i=P_{i-1}+L_{i-1}$ 。

在步骤  $S_{12}$  中,目标位置设置器 44 由虚格前端位置  $P_i$  和存储在参考位置存储器 53 中的参考位置  $X_i$  计算目标位置  $P_i+X_i$ 。

在步骤  $S_{13}$  中,磁传感器 46 检测来自磁钉 45 的脉冲冲,脉冲计数器 47 累计磁脉冲数以获得车辆的实际目前位置  $P_i+Y_i$ 。

在步骤  $S_{14}$  中, PID 控制器 50 计算目标位置  $P_i+X_i$  和目前位置  $P_i+Y_i$  之间的差值  $\Delta_1$ 。

在步骤  $S_{15}$  中, PID 控制器 50 输出一个控制信号给致动器 48、49 以使  $\Delta_1=0$ 。

在步骤  $S_{16}$  中,致动器 48、49 根据这一控制信号调节发动机的节流阀门和刹车。

同时如上述的控制步骤,在步骤  $S_2$  后面的步骤  $S_{17} - S_{19}$  中,安置在车上的发射器 52 给第  $i+1$  辆车发送它的虚格前端位置  $P_{i+1}=P_i+L_i$ 。

用这种方法,精确测量每辆车的目标位置和目前位置作为虚格中的相对位置,同时控制每辆车的行驶速度以使目前位置和目标位置相一致。结果,当车队的领头车 30 的虚格前端位置  $P_0$  移动时,后面车辆中的每辆车的虚格前端位置  $P_i$  移动而且以它们的虚格共同移动。如上述的流程图所示,虚格前端位置从控制过程中独立出来传送,因此能迅速传送而不受执行控制所需时间的影响。进一步地说,因为在虚格中车辆的相对位置受到控制,车辆的速度不受前面车辆行驶速度改变的影响,象如图 23A、23B 所示前述的常规系统的情况,其中与前面车辆的距离由一个传感器来测量。因此,当车组中包括大量车辆时,车辆间的疏密波得到抑制,同时车间距可以设小。更进一步说,因为每辆车的位置仅能通过车队领头车 30 和位置指示站 41 之间的通信以及前后车辆之间的通信来控制,所以控制系统的设计将比如图 23C、23D 所示的上述的现有技术系统容易。

图 5 - 7 显示的是本发明的第二实施例。

根据这个实施例,虚格的长度随车速而变化。每辆车的虚格由车体

的全长和车的性能适当设定, 但刹车距离根据它的运动特性而改变。如果刹车距离为  $S$  [ m ], 从刹车命令发出到实际开始刹车的延迟 ( dead ) 时间为  $t_0$  [ S ], 刹车初速度为  $V_0$  [ m/s ], 和减速度为  $\alpha$  [ m/s<sup>2</sup> ], 则  $S = t_0 \cdot V_0 + \frac{V_0^2}{2\alpha}$ 。

在这里, 减速度  $\alpha$  可以表示为  $\alpha = \frac{F_b}{W} - g \cdot \sin \theta$ , 这里制动力为  $F_b$  [ N ], 车的全重为  $W$  [ Kg ], 重力加速度为  $g$  [ m/s<sup>2</sup> ] 和路面的倾角为  $\theta$  [ rad ]。同样, 制动力  $F_b$  可以表示为  $F_b = \mu b \cdot W_i$ , 这里每个轮胎的负荷为  $W_i$  [ Kg ], 轮胎和路面之间的摩擦系数为  $\mu b$ 。由这些关系, 刹车距离可写成如下公式 ( 1 ):

$$S = t_0 \cdot V_0 + \frac{1}{2} \frac{V_0^2 \cdot W}{\mu b \cdot W_i - W \cdot g \cdot \sin \theta} \quad (1)$$

从这一公式可以看出, 初始的刹车速度  $V_0$  对刹车距离有很大影响。因此根据这个实施例, 如图 5 所示, 给每辆车提供了用于探测车速的车速传感器 14。因此, 如图 6 和 7 的流程图中的步骤 8A、8B 和 17A、17B 所示, 当车队领头车 30 接收到来自位置指示站 41 的命令信号时, 对每一辆车, 车速越高, 虚格设置器 51 把虚格设置值  $L_0$  或  $L_i$  校正的越大。

根据路的类型, 例如高路公路或普通路, 位置指示站 41 可以改变单位时间内虚格前端位置  $P_0$  的移动量即行进中的车速并送至车队领头车 30。如果每辆车的虚格的长度象本实施例这样根据车速改变, 那么通常可以保持与车速相一致的最优车间距。

图 8 - 10 显示了本发明的第三实施例。

根据这个实施例, 如图 8 所示, 每辆车包括一个用于探测车辆全重  $W$  的负荷传感器 15。因此, 如图 9 和 10 的流程图中的步骤 8C、8D 和步骤 17C、17D 所示, 当车队领头车 30 接收到来自位置指示站 41 的命令信号时, 对于每一辆车, 虚格设置器 51 将根据车的全部重量  $W$  校正虚格设置值  $L_0$  或  $L_i$ 。

在诸如长车这种商业车辆的情况下, 车的全重  $W$  大多根据车辆是满载还是空车而变化。如果每辆车的虚格长度在满载时设大,

在空车时设小，那么能够经常保持与全部车重一致的最优车间距。

图 11 - 13 显示的是本发明的第四实施例。

根据这个实施例，给每辆车提供了一个摩擦系数估值器 16，它可以估计轮胎和路面之间的摩擦系数。因此，如图 12 和 13 流程图中的步骤 8E、8F 和步骤 17E、17F 所示，当车队领头车 30 接收到来自位置指示站 41 的命令信号时，虚格设置器 51 为每辆车校正虚格设置值  $L_0$  或  $L_i$ ，摩擦系数越小，值越大。

摩擦系数估值器在下面的刊物中说明：

“用于底盘控制的环境识别技术和应用”，三菱汽车技术学报 1993，No.5

“带有路面摩擦 ABS 控制系统的安置 M - ABS 车辆的性能”，汽车技术协会，技术报告，Par + 1，953，1995 - 5

根据这一实施例，即使当轮胎和路面之间的摩擦系数因气候变化等原因而改变时，仍能保持一个最优车间距。

图 14 - 16 显示的是本发明的第五实施例。

根据这个实施例，提供了用于检测降雨的雨传感器 20 以代替第四实施例中的摩擦系数估值器 16。因此，如图 15 和 16 的流程图中步骤 8G、8H 和步骤 17G、17H 所示，当车队领头车 30 接收到来自位置指示站 41 的命令信号，每辆车上的雨传感器判定是否正在下雨，当下雨时，虚格设置器 51 校正虚格设置值  $L_0$  或  $L_i$ ，使其加大。

概括这个实施例，在雨天仍能保持一个最优车间距。

图 17 - 19 显示的是本发明的第六实施例。

根据这个实施例，给每辆车提供了一个用于探测发动机节流阀门的节流阀门传感器 17，检测车速的车速传感器 14，和一个用于从这些检测到的值来判断车组是否行驶在下坡的判定装置 19。因此，如图 18 和 19 的流程图中的步骤 8I - 8K 和步骤 17I - 17K 所示，当车队领头车 30 接收到来自位置指示站 41 的命令信号，判定装置 19 从每辆车的节流阀门和车速判断车辆是否行驶在下坡，当行驶在下坡时，虚格设置器 51 校正虚格设置值  $L_0$  或  $L_i$ ，使其加大。

同样可以给每辆车提供检测路面倾角的坡度传感器,根据坡度传感器探测到的数值,虚格设置器 51 校正虚格长度使其在上坡时减小,在下坡时加大。

在下坡时刹车距离加长,因而用这种方式在下坡时加大虚格的长度,可以保持一个与刹车距离的增加相一致的最优车间距。

即使只单独应用时,上述第二到第六实施例对增加车组的安全都是有效的。然而仍需把它们结合起来从上述的公式 (1) 计算每辆车所需的刹车距离,同时相应地修正虚格的设置值。

另外上述的实施例中,如果给每辆车提供可以任意改变虚格设置值的调节器。同时虚格设置装置根据调节器的调整值校正虚格长度,那么能够如所需求的那样补偿可以影响刹车距离的条件的非特殊性变化。

PID 控制器 50 控制每辆车的目前位置  $P_i+Y_i$  使其与目前的目标位置  $P_i+X_i$  相一致,然而每辆车的控制精度可能发生分散。图 20 - 22 显示了与校正这种分散相关的第七实施例。

根据这个实施例,提供了如图 20 所示的控制精度探测器 21,它能由目前位置和目标位置的差值  $\Delta_i$  探测车辆的控制精度。因此,如图 21 和 22 的流程图中的步骤 8L、8M 和步骤 17L、17M 所示,虚格设置器 51 校正车辆的虚格值  $L_0$  或  $L_i$ ,其长度取决于控制精度。更具体地说,控制精度探测器 21 计算单位时间内差值  $\Delta_i$  的平均值,即标准偏差,标准偏差越大,虚格设置器 51 校正虚格设置值  $L_0$  或  $L_i$ ,使其越大。例如,分散可能发生在每辆车的行驶控制精度中,它取决于每个传感器的精度,然而如果象根据这个实施例那样,基于标准偏差修正每辆车的虚格设置值,那么可以保持所需的吸收控制误差的车间距,同时整个车组的长度可以减小。

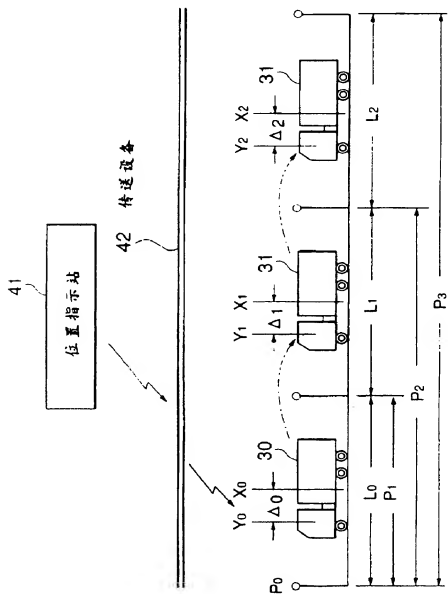
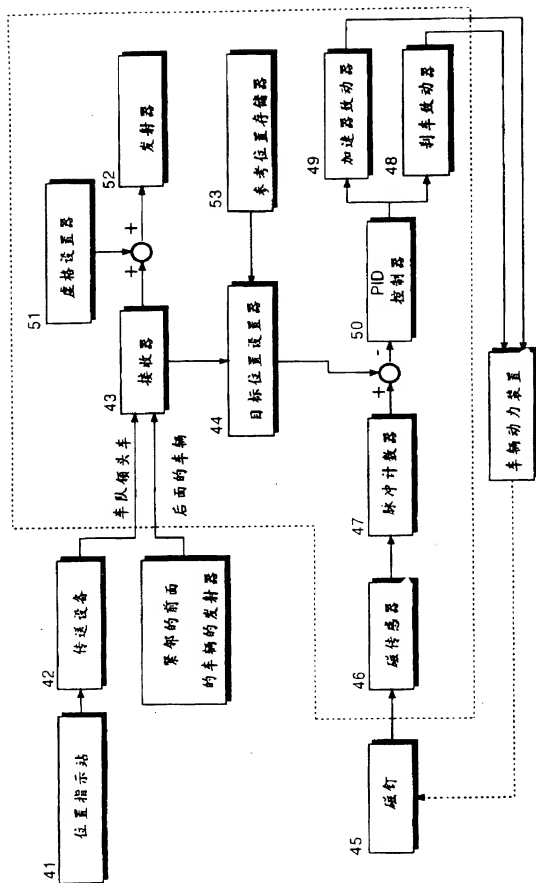


图.1



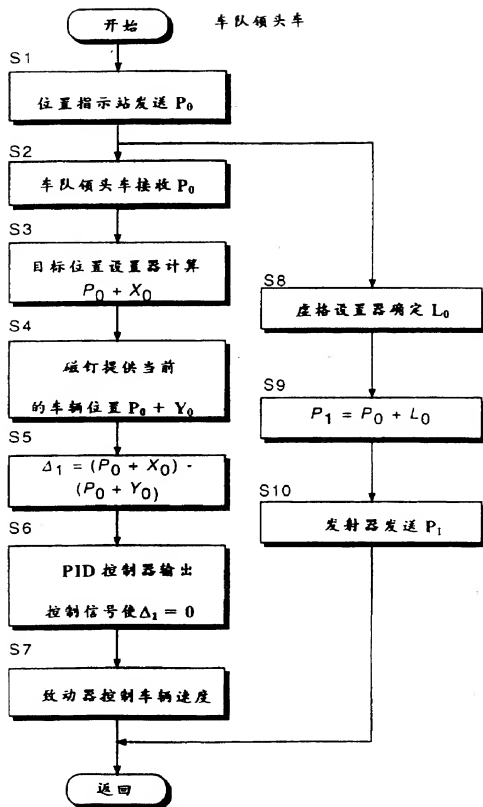


图. 3



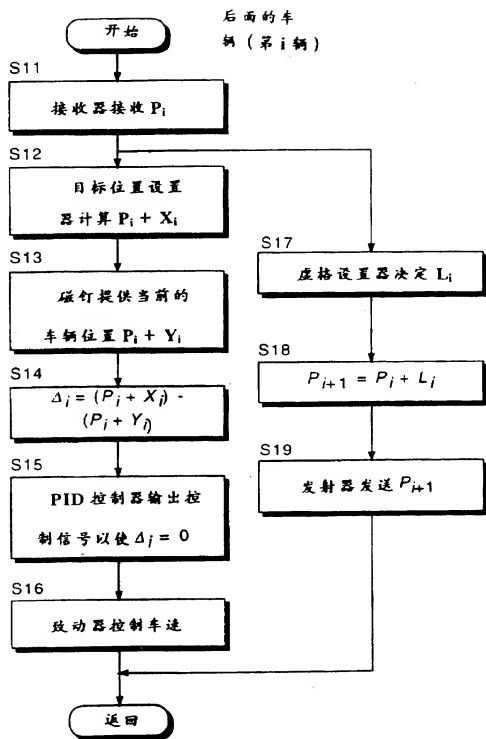


图. 4

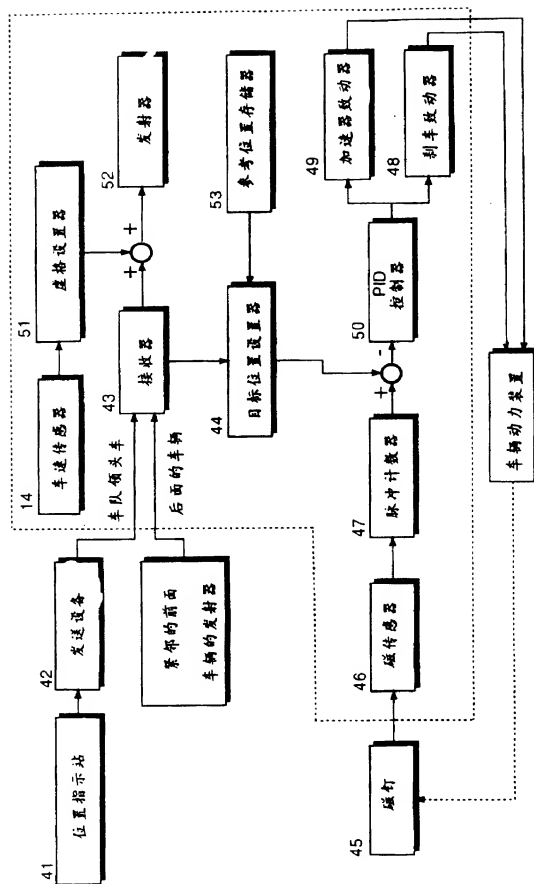


图. 5

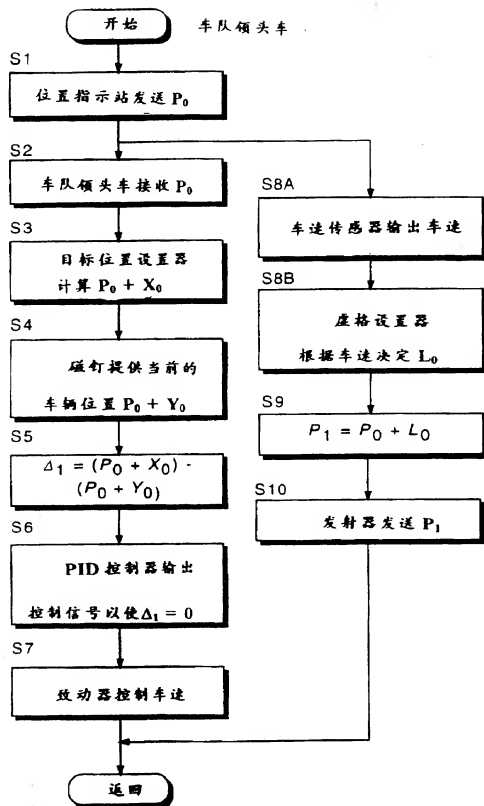


图 6

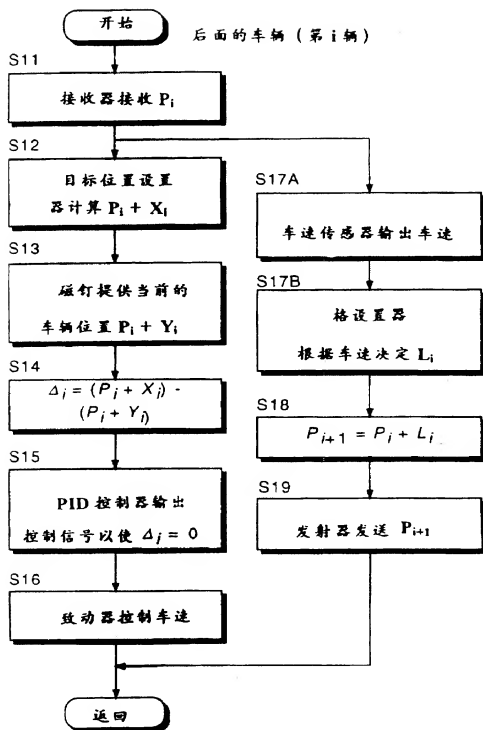


图. 7

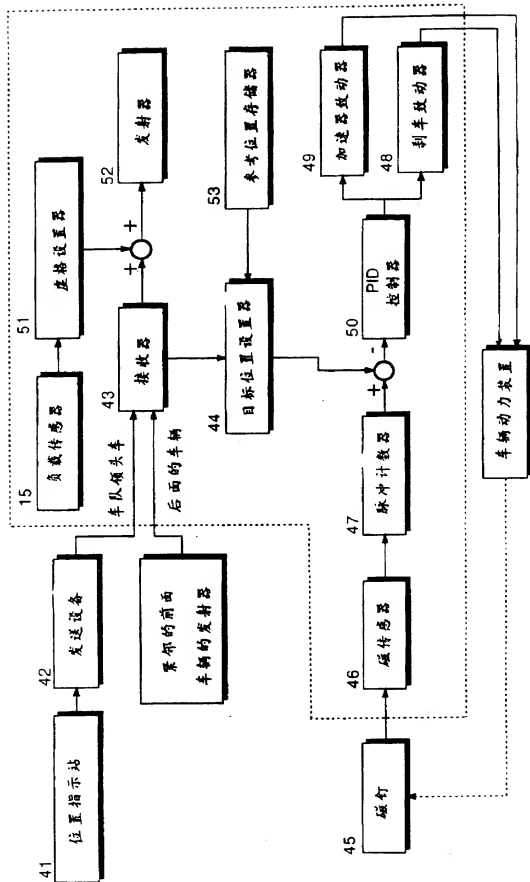


图. 8

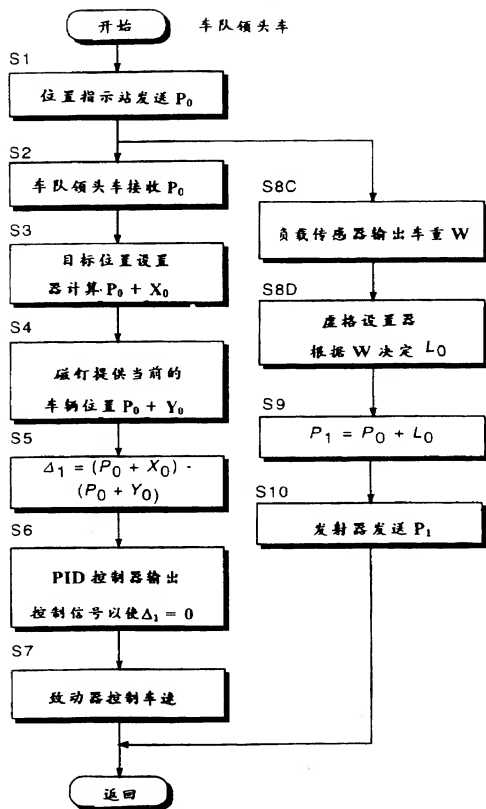


图. 9

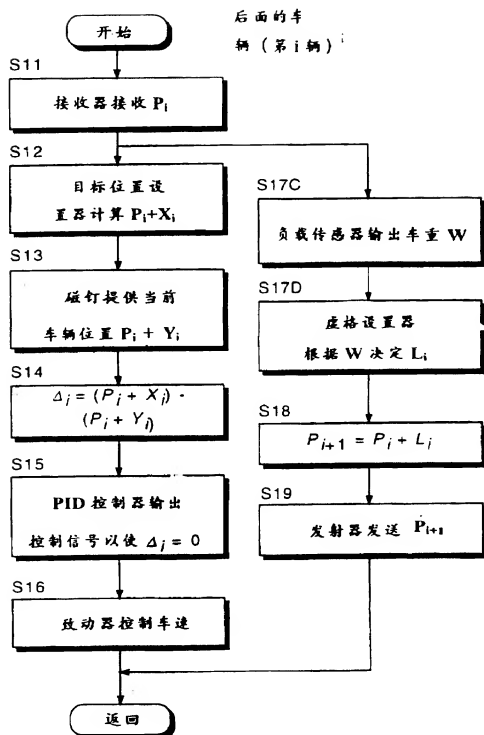


图. 10

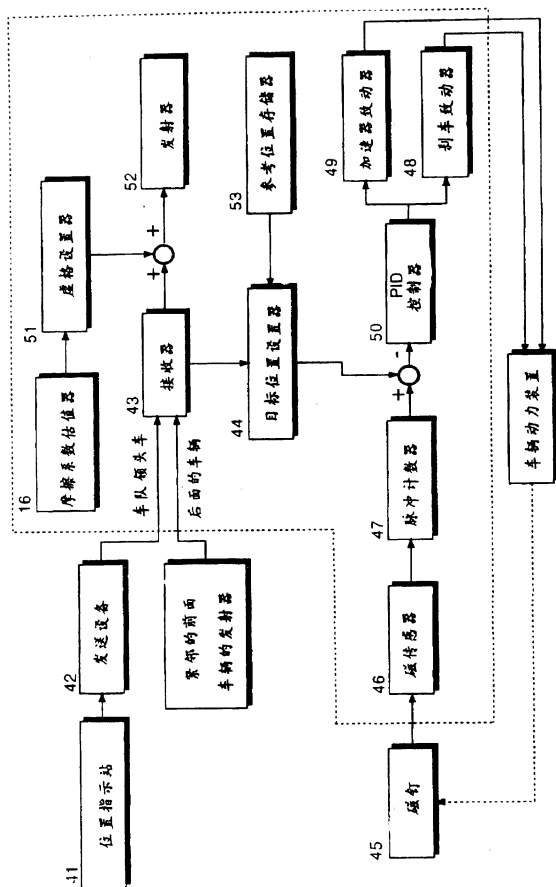


图.11



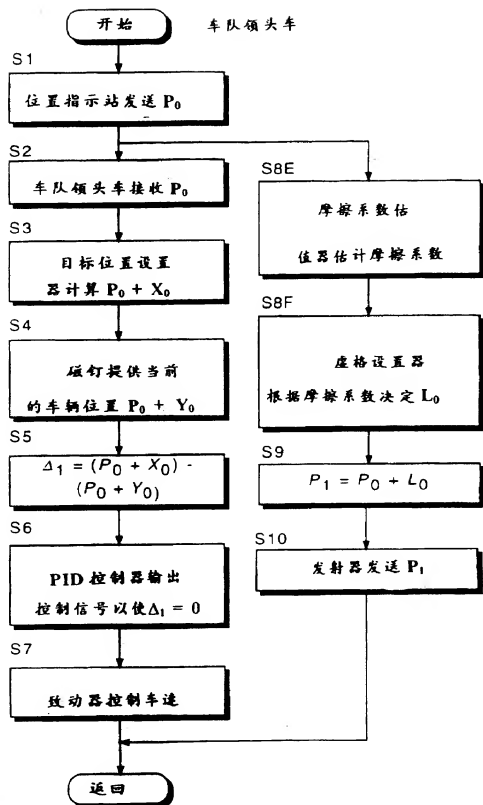


图. 12

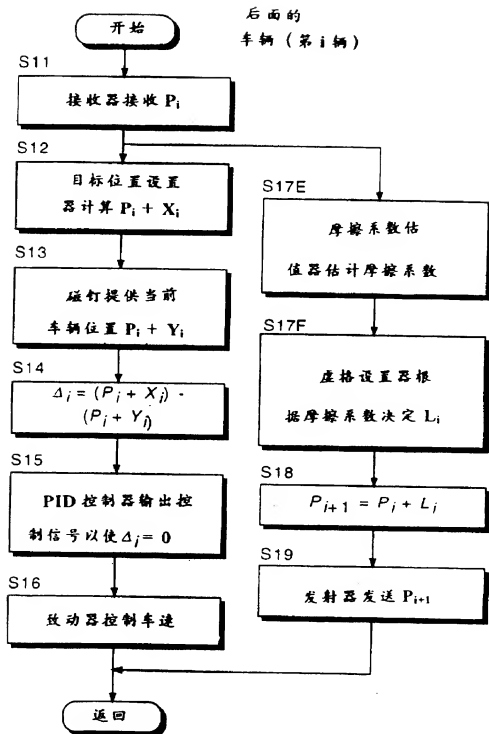
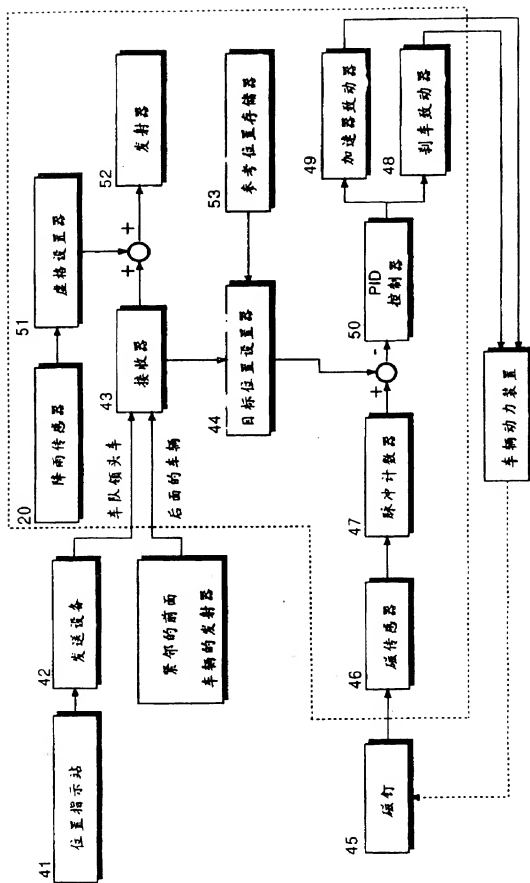


图. 13



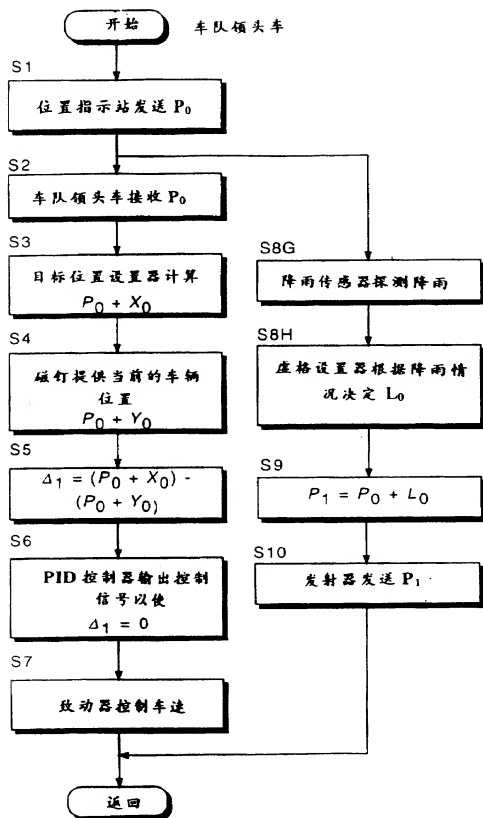


图 15

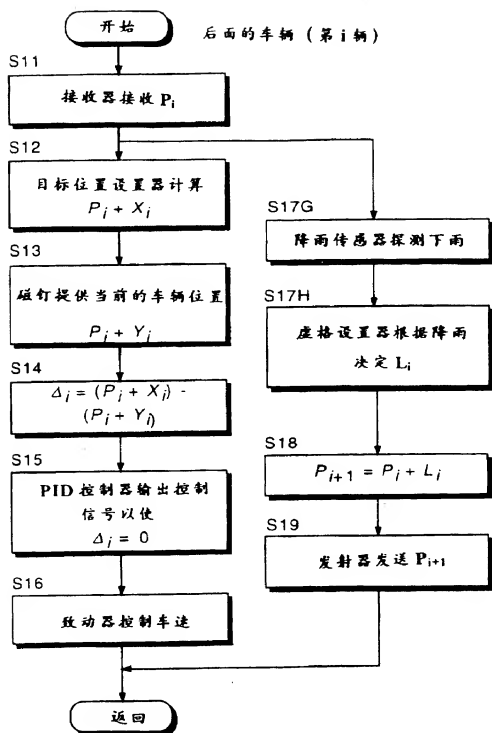


图. 16

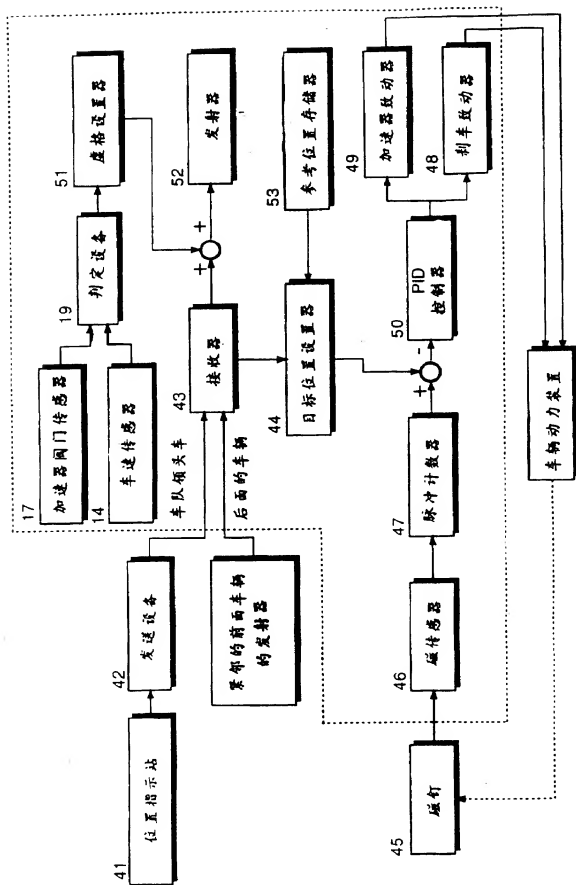


图.17

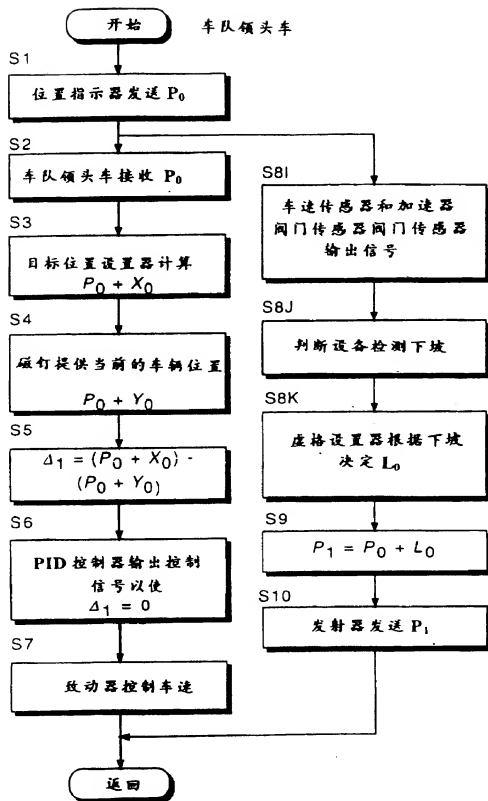


图. 18

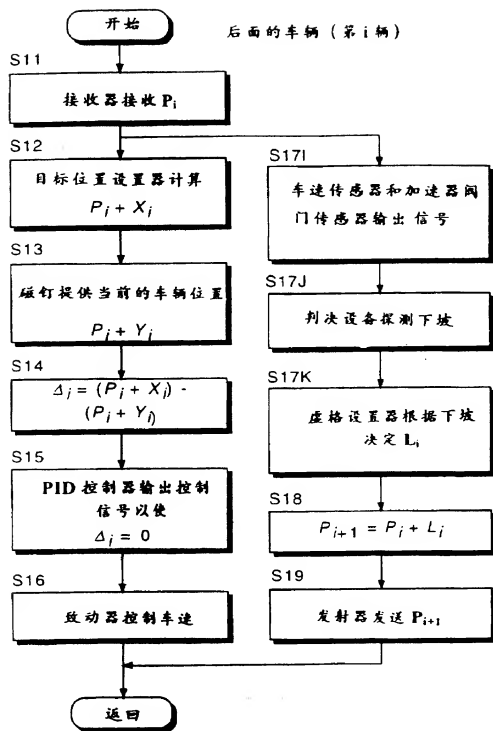


图. 19



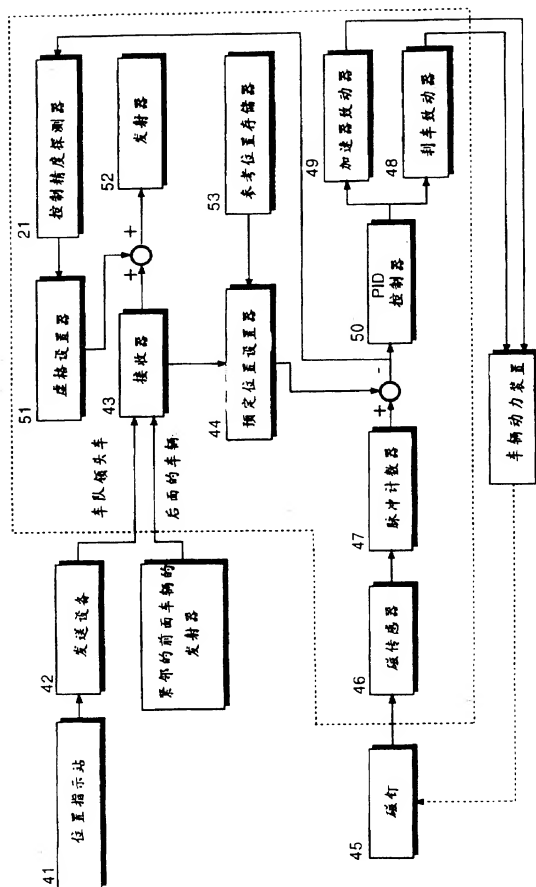


图. 20

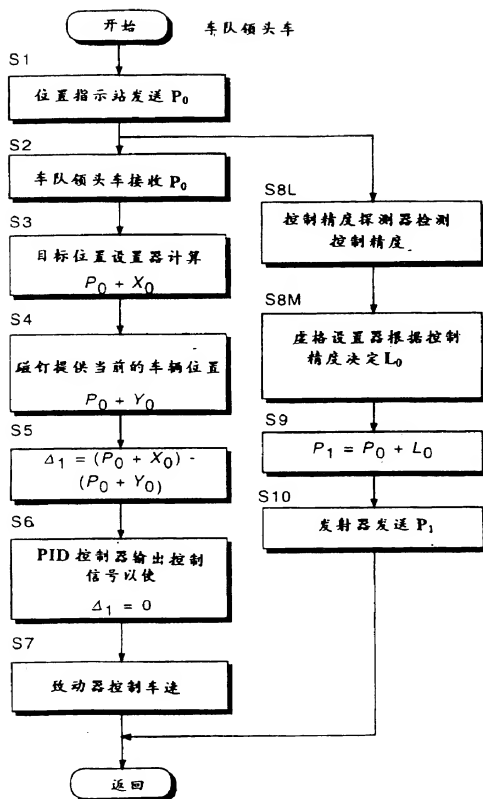


图. 21

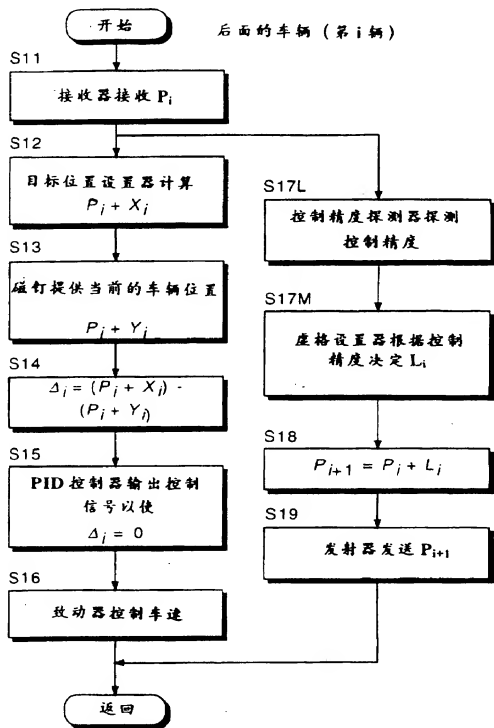


图. 22

图.23A

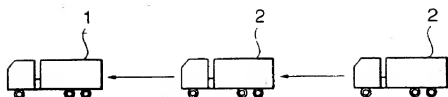


图.23B



图.23C

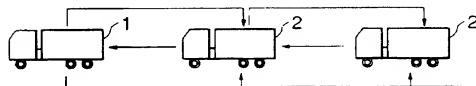


图.23D

